Publication 882

Revision
Octobre 1958

ENTREPOSAGE DES POMMES DE TERRE

Par W. R. PHILLIPS
Appendice par N. M. PARKS

DIVISION DE L'HORTICULTURE
SERVICE DES FERMES EXPÉRIMENTALES

STERE DE L'AGRICULTURE DU CANADA
OTTAWA
62556-6—1

4
2
32
8
0: 58

TABLE DES MATIÈRES

	Page
Principes fondamentaux	3
Tendance du mode d'aménagement des entrepôts	4
Aménagement de l'entrepôt	6
Isolation thermique	6
Caractéristiques de la calorifugation	6
Mise en place	7
Pare-vapeur	10
Construction des compartiments	10
Aération	11
Courants d'air naturels	11
Ventilation forcée	11
Réglage	12
Thermostats jumelés	13
Thermostat différentiel	13
Circulation de l'air dans l'entrepôt	14
Chauffage	14
Anomalies dans les entrepôts	15
Moisissures	15
Désordres attribuables au froid	15
Désordre attribuable à la lumière	16
Germination	16
Conduite de l'entrepôt	16
Mise en entrepôt	16
Traitement préalable	17
Entreposage	17
Appendice	19
Agents préventifs de la germination	19

ENTREPOSAGE DES POMMES DE TERRE

PAR W. R. PHILLIPS

Division de l'horticulture, Ferme expérimentale centrale

Au Canada, la pomme de terre se cultive pour ainsi dire dans toutes les régions arables. Cependant, la plus grande partie de la récolte provient de régions où les premières gelées obligent le producteur à ramasser ce légume au cours du mois d'octobre ou au début de novembre.

De novembre à avril, la température extérieure est suffisamment froide pour assurer un entreposage convenable. Ainsi, tout entrepôt bien conçu, où le refroidissement s'obtient au moyen de l'air venant de l'extérieur, peut suffire. Toutefois, pour un entreposage de plus longue durée, il faut, pendant les quelques autres mois, recourir à la réfrigération mécanique.

PRINCIPES FONDAMENTAUX

Le tubercule de la pomme de terre possède une structure qui lui permet de retenir assez de substance nutritive pour alimenter le nouveau pied le printemps suivant.

En pousse libre, ce tubercule reste dans la terre lorsque le gel tue la partie aérienne de la plante. Quand les conditions de température favorisent de nouveau la croissance, les germes qui émergent des yeux produisent de nouvelles tiges, de nouvelles feuilles et de nouvelles racines, le tubercule fournissant l'énergie nécessaire à la croissance de ces organes jusqu'à ce que racines et feuilles puissent jouer leur rôle. Les tubercules de pommes de terre se composent principalement d'un ensemble organique de cellules vivantes revêtu d'une robe ou couche protectrice. La surface du tubercule présente nombre de dépressions (yeux) où se trouvent enfermés des bourgeons que des conditions favorables feront éclore.

Le tubercule de la pomme de terre est formé de tissu vivant. Celui-ci accomplit constamment diverses fonctions vitales, dont la respiration, le métabolisme et autres processus complexes d'ordre chimique et physiologique. L'un de ces processus consiste en la transformation de la fécule en sucre qui est finalement expulsé sous forme de bioxyde de carbone et d'eau, soit exactement l'inverse de la fonction que remplissent les feuilles pendant la période de croissance.

Ces phénomènes biologiques sont cause de bien des problèmes d'entreposage. Notons tout d'abord que la chaleur favorise la germination. Sauf dans certains cas, les yeux commencent à germer à 40°F ou un peu plus. D'autre part, la basse température provoque l'accumulation de sucre, ce qui donne à la pomme de terre une saveur exagérément sucrée. En outre, pour respirer, le tubercule doit être relativement poreux. Cela signifie que le degré normal d'humidité (environ 78 p. 100) s'abaissera vraisemblablement si l'air de l'entrepôt est sec. Par contre, si l'atmosphère de l'entrepôt renferme des vapeurs d'eau, des organismes putréfactifs se multiplieront tant sur les tubercules que sur les surfaces de l'entrepôt.

Il est donc facile de concevoir que le choix des conditions d'entreposage oblige à bien des accommodements. La température doit être assez basse pour enrayer la germination, mais pas au point de donner à la pomme de terre une saveur trop sucrée. De plus, il faut que le degré d'humidité soit

62556-6—2

assez élevé pour empêcher le légume de ratatiner, sans toutefois engendrer sa pourriture. Le préposé à l'entrepôt doit veiller sans cesse à l'équilibre de ces conditions.

TENDANCE DU MODE D'AMÉNAGEMENT DES ENTREPÔTS

Il est probable que le premier entrepôt fait de main d'homme ait été "l'entrepôt d'excavation". On a cru, et sans doute avec raison, que l'habitat naturel de la pomme de terre étant le sol, celui-ci constituerait la meilleure forme d'entrepôt. On creusait donc des trous en terrain bien égoutté et on y déposait les pommes de terre qu'on recouvrait d'une bonne couche de terre, de paille et d'autres substances isolantes, en guise de protection contre le gel. Toutefois on s'est rendu compte que ces excavations chauffaient, provoquant ainsi la pourriture et la germination à l'excès. La création de courants d'air et le remuage de la paille isolante empêchaient dans une certaine mesure la température de s'élever, mais le résultat n'était pas tout à fait satisfaisant. Par exemple, si l'on parvenait à isoler la fosse de façon à parer le gel à —20°F, et que la température montait subitement à 35°F pour s'y maintenir pendant plusieurs jours, l'échauffement se produisait malgré la présence de ventilateurs. De façon générale, les fosses ne sont donc pas à recommander pour l'entreposage.

Fig. 1.—Entrepôt d'excavation typique. Impropre à l'entreposage des pommes de terre, surtout à cause des variations de température qui s'y produisent.

En second lieu, les agriculteurs ont recouru à des aménagements souterrains ou caves. Ce genre d'entrepôt connaît encore une certaine vogue. Ces caves peuvent être munies de soupiraux et de conduites d'air. En surveillant la

température interne, on peut régler la ventilation des caves dans une mesure suffisante pour y réunir des conditions d'entreposage satisfaisantes. Le grand inconvénient de ces entrepôts est le manque d'accessibilité. De fait, on parvient difficilement à y placer les pommes de terre et à les en sortir, surtout lorsqu'il s'agit de quantités considérables.

Fig. 2.—Entrepôt aménagé à même un talus. La partie émergeante est de bois et la partie inférieure en béton.

Fig. 3.—Entrepôt aménagé à même un talus. Construction en blocs de ciment.

Pour parer à cette difficulté, on a construit des entrepôts au-dessus du sol ou, à titre de moyen terme, aménagé des silos dans des talus. Dans ces cas il fallait calorifuger la partie émergeante aux fins d'obtenir une isolation thermique égale à celle de la partie souterraine de l'entrepôt.

D'autres perfectionnements ont comporté l'emploi de ventilateurs conçus de manière à assurer une aération suffisante. Ce dernier dispositif a été, plus tard encore, remplacé par des ventilateurs électriques dans les régions électrifiées. Ultérieurement on a perfectionné, entre autres, le réglage de la température, le mode d'aménagement des compartiments, les appareils d'emmagasinage et divers autres accessoires mécaniques, de même que la calorifugation.

L'usage de la réfrigération mécanique entraîne de plus grands frais qui ne sont ordinairement pas justifiés pendant la période de l'année où le refroidissement peut se faire au moyen de la température extérieure. Toutefois, la réfrigération offre un avantage marqué au printemps et au début de l'été, lorsque les pommes de terre sont gardées en entrepôt aussi longtemps que possible.

AMÉNAGEMENT DE L'ENTREPÔT

Il est maintenant possible de se procurer des plans et devis détaillés par l'entremise du Service canadien de plans de constructions rurales. *On doit tout d'abord demander le catalogue des entrepôts agricoles au ministère de l'Agriculture de sa province.* Dans ce catalogue sont indiquées les instructions nécessaires pour obtenir les plans qu'il contient.

D'ordinaire, les commodités relatives au chargement et à l'expédition sont les premières considérations auxquelles doit s'arrêter l'agriculteur dans le choix d'un emplacement. Bien que la proximité des champs de production soit désirable, les exigences du transport en hiver pendant la période d'expédition, la relation avec les autres bâtiments de ferme et la facilité d'accès pour les préposés au classement et autres travaux connexes sont peut-être encore plus importantes.

Comme dans la construction de tout bâtiment, l'égouttement est important. Tout endroit mal drainé occasionne un surcroît de dépenses, par suite de la nécessité qu'il y a d'aménager des puisards ou d'autres appareils d'égouttement. Pourvu qu'il satisfasse aux autres exigences, tout endroit élevé et bien égoutté présente donc des avantages. Un tuyau de drainage entourant le bâtiment à sa base et aboutissant à un puisard constitue une protection efficace contre les ennuis que l'eau peut causer en tout terrain.

Lorsqu'il s'agit de choisir des matériaux de construction, il ne faut pas oublier que les installations de bois qui sont situées au-dessous de la surface du sol ne durent pas longtemps. On emploie souvent des blocs de mâchefer ou de terre cuite, mais ces matériaux ont tendance à céder dans les joints, ce qui compromet l'étanchéité du bâtiment. Les matériaux les plus satisfaisants pour la partie souterraine du bâtiment sont le béton et la maçonnerie bien faite.

La partie aérienne du bâtiment peut être faite de tout matériau répondant aux exigences de la bonne construction. Étant donné que le béton est un isolant peu efficace, on construit habituellement la partie aérienne en briques creuses ou en bois.

Isolation thermique

Caractéristiques de la calorifugation

La calorifugation a pour objet principal de réduire l'échange thermique. Elle prévient les brusques déperditions de chaleur pendant l'hiver, ce qui évite les avaries que pourrait causer le froid, tandis qu'elle empêche la chaleur de pénétrer au cours de la chaude saison.

Les tentatives de régularisation de la température dans tout entrepôt ont pour objet de faire obstacle à la tendance naturelle de l'intérieur des entrepôts à s'élever à la même température que l'extérieur. A supposer qu'on veuille porter à 38°F la température interne d'un entrepôt, cette température va commencer de s'élever dès que celle de l'extérieur aura dépassé 38°F, tout comme elle baissera lorsque la température extérieure descendra au-dessous de ce chiffre. Le calorifugeage n'empêche pas cet échange thermique, il ne fait que le ralentir.

Toute substance ralentit l'échange thermique du fait que la chaleur met un certain temps à la traverser. L'expression "isolant" s'applique donc aux matériaux particulièrement efficaces sous ce rapport. C'est ainsi que l'on qualifie d'isolants les matériaux à travers lesquels la chaleur met beaucoup de temps à passer.

Il existe divers moyens d'évaluer la quantité de chaleur que transmettent les corps. Du point de vue pratique, le moyen le plus simple consiste à choisir un isolant-type et à le comparer à d'autres matériaux. Habituellement la planche de liège sert de norme, car le liège est le mieux connu des calorifuges ordinaires. On verra, par le tableau ci-dessous, l'épaisseur approximative de divers matériaux qu'il faut, en pouces, pour obtenir le même degré d'isolation que fournit la planche de liège d'un pouce. (D'après l'A.S.R.E. K ayant une valeur de 0.28.)

	Pouce		*Pouce*
Amiante (tassé)	5	Copeaux de bois	1.5
Amiante (non tassé)	4	Laine de scorie	1
Planche de liège	1	Sciure de bois	2.1
Zostère	1.1	Pin, à contre-fil	3
Sapin dans le sens du fil	8.5	Laine	0.9
Sapin à contre-fil	3.3	Brique	13
Laine de verre	1	Béton	19
Chêne (bois dur à contre-fil)	4 – 6	Mousse de Sphaigne	1
Chêne (bois dur dans le sens du fil)	8 – 10	Écorce de sequoia	1.1
Tourbe (poussière sèche)	2	Paille de blé	0.9
		Terre sèche	3.6
		Terre humide	36
		Béton de mâchefer	8.5
		Neige	0.6 – 0.85

Il faut considérer ces données comme approximatives, car le degré d'humidité, la densité et le mode de mise en place des matériaux exercent sur leur valeur d'isolation une influence considérable. Par exemple, la terre sèche constitue un assez bon isolant, alors que la terre humide n'a que le dixième de la valeur d'isolation de la première. En examinant les chiffres relatifs à l'amiante, on voit qu'en étant bien tassé il perd de sa valeur calorifuge. La densité d'une substance n'a pas toujours de rapport direct. Il existe d'ordinaire une densité optimum au-dessous et au-dessus de laquelle l'efficacité de la calorifugation diminue.

Mise en place

Dans un entrepôt souterrain, le sol constitue le principal élément calorifuge. En terrain bien égoutté, où le sol peut être maintenu assez sec, une profondeur de trois pieds suffit. Lorsqu'il s'agit de mesurer cette profondeur, il ne faut pas perdre de vue que les trois pieds requis doivent être respectés en tout point de la construction. Si le sol est suffisamment sec, cela équivaut à une planche de liège de 3 à 4 pouces, ce qui constitue, selon les normes actuelles, une bonne calorifugation.

Dans le cas des entrepôts souterrains, il est un autre élément important, à savoir le sol qui, en hiver, peut être considéré comme une source de chaleur. A une profondeur de 12 pieds ou plus, la température approximative du sol atteint 40°F et varie très peu. Si le remblayage autour du bâtiment est bien fait, on en obtiendra plus de chaleur, et partant, une protection appréciable contre le gel.

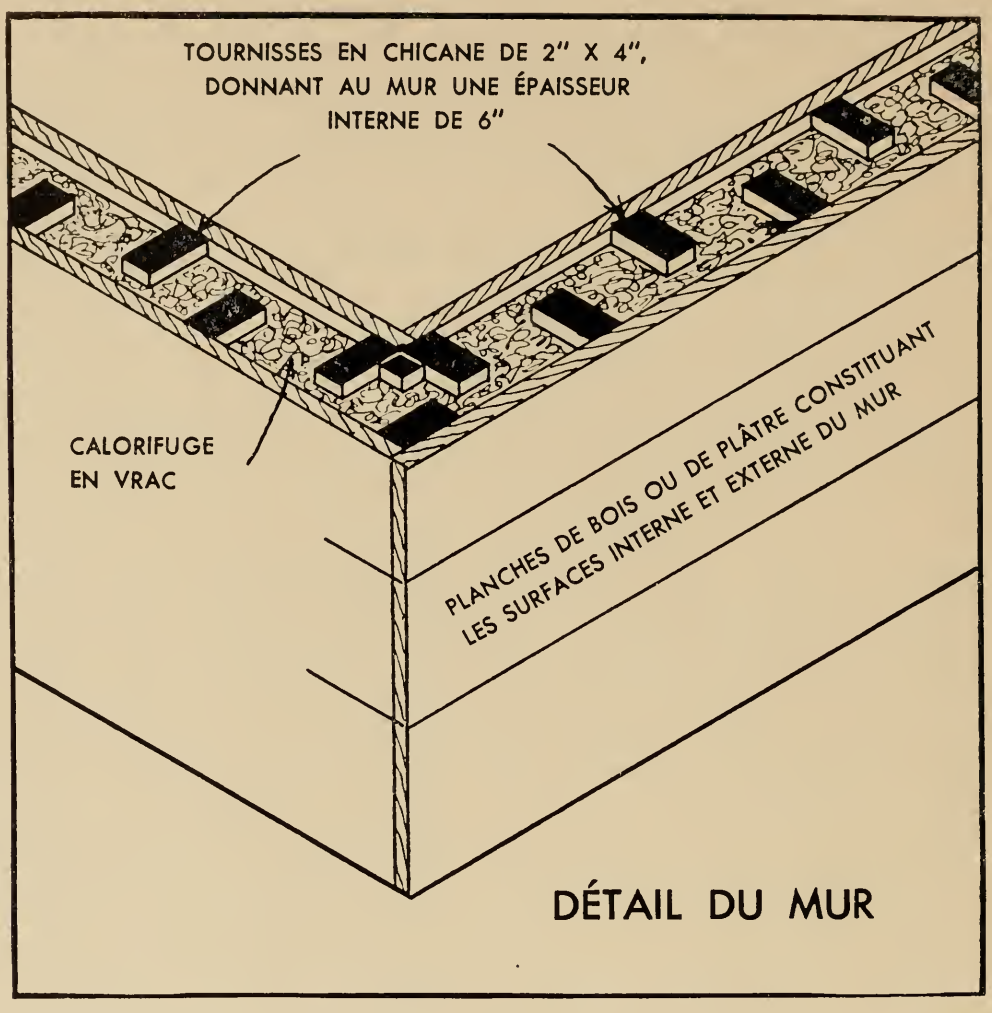

Fig. 4.—Exemple de colombage en chicane. A remarquer que les tournisses alternes sont en retrait, de sorte qu'aucune d'elle ne touche à la paroi intérieure et extérieure à la fois.

Tout entrepôt souterrain comporte nécessairement une partie au-dessus du sol, qu'il s'agisse de la plate-forme d'accès, du vestibule, de la partie supérieure des murs ou de tout un étage supérieur. Ce point pose l'un des problèmes de calorifugation les plus difficiles à résoudre, parce que des matériaux de construction souterraine tels que le béton ne constituent pas de bons isolants et que le sol, servant de calorifuge, est appliqué à l'extérieur du bâtiment, alors que la plupart des isolants sont appliqués à l'intérieur.

Pour aménager un entrepôt souterrain ou un caveau à légumes pourvu d'un vestibule, il est bon de construire le vestibule en béton de cendrée ou en blocs de mâchefer, afin de diminuer les pertes de la chaleur. On peut aussi ériger une séparation entre le point d'attache des murs du vestibule et ceux de l'entrepôt. On peut également construire le vestibule en bois, considérant cette partie du bâtiment comme temporaire. Dans certains cas, les billes de cèdre ont une durée d'enfouissement assez longue.

Toute partie supérieure du mur qui s'élève au-dessus du sol doit être isolée à l'intérieur. A cette fin, il faut se servir d'un calorifuge d'une efficacité

équivalente à une planche de liège de 4 pouces, dont on réduit graduellement l'épaisseur jusqu'à un point situé au moins à trois pieds au-dessous du niveau du sol. Si l'on emploie de la ripe ou une substance calorifuge en vrac, il faut en prévoir le tassement.

Lorsqu'il s'agit de calculer l'épaisseur du calorifuge en vrac, on augmente d'habitude cette épaisseur d'au moins 50 p. 100 afin de compenser la déficience des substances calorifuges en vrac par rapport aux calorifuges rigides.

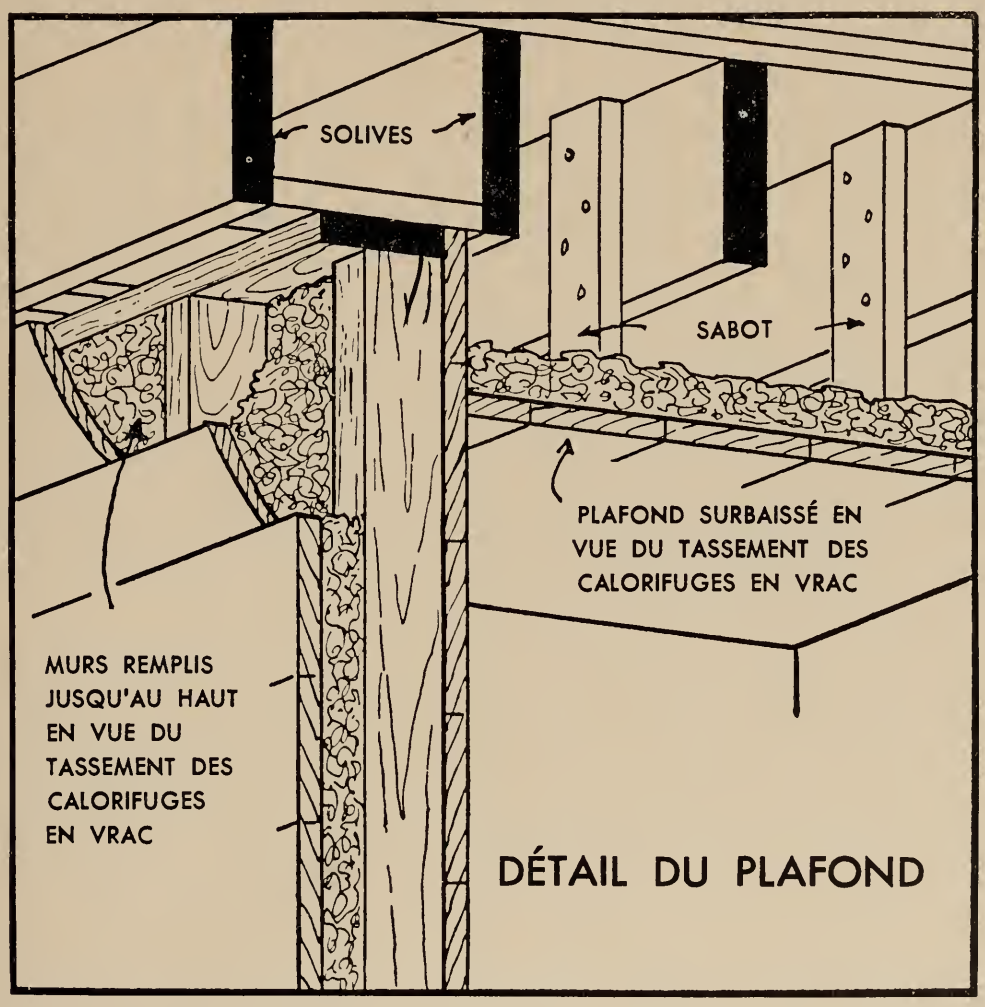

Fig. 5.—Calorifugeage du plafond au moyen de matière en vrac. Notez la présence des sabots qui servent à éviter le contact avec les solives et fournissent plus d'espace.

Lorsqu'on emploie une substance en vrac pour l'isolation thermique des murs, il importe que le calorifuge n'entre pas en contact avec les tournisses. On y parviendra grâce au colombage en chicane. Ainsi, chaque tournisse alterne se trouve suffisamment reculée pour assurer l'espace nécessaire au calorifuge; par cette méthode on place deux rangées de tournisses au lieu d'une seule. (Voir fig. 4.)

La calorifugation du toit ou plafond ne doit pas présenter de solution de continuité avec celle des murs. Si on se sert de planches isolantes, la continuité peut être assurée par le chevauchement des pièces. Dans le cas des calorifuges en vrac, le meilleur jointement s'obtient en arquant les angles supérieurs, là où les pièces du mur et du plafond se rejoignent. En outre, on recourt souvent au plafond du type surbaissé. (Fig. 5).

Dans bien des cas l'entrepôt est entièrement construit en surface. Sa calorifugation comporte alors les mêmes exigences que celle de toute partie

émergeante des entrepôts aménagés à même le flanc d'un monticule ou talus, sauf pour ce qui est du plancher.

Le plancher d'un entrepôt bâti en surface ne bénéficie pas de la chaleur qui se dégage du sol. Il faut donc l'isoler de façon à prévenir le gel en hiver. Une planche calorifuge posée sur un plancher de béton constitue un calorifugeage des plus satisfaisants. Il convient ensuite d'enduire la surface calorifuge d'asphalte chaud qu'on recouvre d'un fini en ciment d'environ ½ à 2 pouces d'épaisseur. Cette calorifugation doit être disposée de façon à rejoindre celle des murs.

Pare-vapeur

On a déjà signalé l'importance qu'il y a de garder les matières isolantes sèches. En plus de diminuer l'efficacité des calorifuges, l'humidité en provoque la pourriture et finalement la désagrégation. Il faut que des pare-vapeur soient installés de façon à maintenir la siccité initiale de l'isolant.

Le sain entreposage des pommes de terre exige beaucoup d'humidité, Lorsque l'air humide entre en contact avec une surface froide, il s'ensuit un phénomène de condensation ou de "suintement". Dans un entrepôt bien isolé, les murs et le plafond sont chauds et l'humidité demeure élevée sans qu'il se produise de suintement sur les surfaces intérieures.

Si on laisse l'air humide s'infiltrer dans le calorifuge, la vapeur d'eau se condensera au contact des zones plus froides. C'est ainsi qu'un dépôt d'humidité se formera à un point quelconque entre les parties interne et externe du mur. Par conséquent, la valeur de l'isolant diminuera, entraînant une plus grande déperdition de la chaleur. A son tour, la condensation augmentera jusqu'à ce que tout le mur intérieur soit détrempé.

A cet égard, la mesure préventive tout indiquée consiste à assurer l'étanchéité de la surface interne ou plus chaude du mur et du plafond calorifugés. La méthode employée à cette fin doit assurer une hermiticité parfaite à l'air. Les meilleures pare-vapeur sont les composés bitumeux ou les papiers imbibés de bitume. Le travail doit être bien fait et il est souvent avantageux de prendre encore plus de précautions que n'en recommande le manufacturier. La durée et l'efficacité de la calorifugation dépendent de ce pare-vapeur.

Construction des compartiments

Les pommes de terre peuvent être entreposées directement sur le sol. Toutefois, un plancher de lattes légèrement surélevé est préférable. L'espacement des lattes peut varier d'un quart à trois huitièmes de pouce. Un espacement plus considérable n'augmenterait pas la circulation de l'air et risquerait d'endommager les tubercules.

Il ne faut pas que les tubercules touchent au mur extérieur. Un faux mur de lattes, derrière lequel un espace variant d'un à deux pouces permettra à l'air de circuler, constitue une excellente protection arrière.

Le cloisonnage des compartiments peut être également construit de lattes. Toutefois, un espace de deux pouces entre les compartiments favorise la circulation de l'air. On peut donc clouer les lattes de chaque côté des tournisses qui séparent les compartiments.

L'avant du compartiment doit être construit de façon à rendre les pommes de terre facilement accessibles. De forts madriers insérés dans la glissière de façon qu'on puisse les soulever à l'aide d'un levier et les enlever, facilite la sortie des pommes de terre. Une glissière légèrement inclinée pour chacun des madriers permettra au manutentionnaire de les enlever individuellement.

Certains propriétaires d'entrepôts de pommes de terre préfèrent que les murs de compartiments soient édifiés sur ce que l'on appelle des "cadres de

base". Il s'agit simplement de murettes en béton d'environ 24 pouces de hauteur. D'une largeur d'à peu près quatre pouces, leur surface supérieure sert d'assiette aux cloisons. Les cloisons de bois se trouvent ainsi isolées du sol et à l'abri de la carie sèche.

Aération

Il importe au premier chef que l'appareil d'aération soit bien conçu et bien installé, car la température de l'entrepôt en dépend. Cette importance est aussi considérable dans le cas de l'aération naturelle que dans le cas de l'aérage par insufflation. Une calorifugation convenable contribue à l'efficacité et au réglage de l'aération. Cependant, la puissance du ventilateur doit augmenter à proportion du degré de calorifugeage. Parce qu'ils ignorent cette règle, certains propriétaires d'entrepôts s'en prennent à la calorifugation. Le plus souvent, les difficultés proviennent de ce que la calorifugation a été ajoutée à un entrepôt dont la ventilation est insuffisante. Lorsqu'il en est ainsi, l'appareil de ventilation ne saurait suffire à la tâche.

Courants d'air naturels

Le principe de la ventilation par courant d'air naturel, que ce soit avec conduit ou aspirail, repose sur le fait que l'air chaud, plus léger que l'air froid, monte. On profite de la différence de température entre l'intérieur de l'entrepôt et l'extérieur. Plus cette différence de température est grande, notamment par temps froid, plus le courant d'air ou circulation d'air est considérable. Malheureusement, lorsque le refroidissement de l'entrepôt, à l'automne, exige de la ventilation, la différence de température est légère et n'engendre qu'un faible courant d'air. De même, lorsque l'air extérieur est plus chaud que celui de l'entrepôt, comme c'est le cas au printemps, il peut se produire un courant d'air à rebours ou descendant.

La hauteur et la largeur du ventilateur sont d'autres éléments qui influent sur l'intensité du courant d'air. Plus le ventilateur est élevé et spacieux, plus l'air circule. Étant donné, toutefois, que ces éléments sont maîtrisables, il ne s'agit que d'aménager un ventilateur suffisamment haut et large pour neutraliser l'effet des conditions atmosphériques qui tendent à n'engendrer que de très faibles courants d'air.

Un refroidissement convenable exige que l'air se renouvelle au moins trois fois l'heure. En d'autres termes, pour 1,000 pieds cubes d'espace libre de tout entrepôt, il faut qu'au moins 3,000 pieds cubes d'air soient déplacés par le ventilateur toutes les heures. Si la température est de 5 degrés plus basse à l'extérieur qu'à l'intérieur et si le bout du conduit d'air s'élève à 20 pieds du plancher de l'entrepôt, la section du conduit d'air doit mesurer 144 pouces carrés (1′ x 1′).

Section transversale du conduit d'air, par 1,000 pieds cubes d'espace d'entreposage:

Extrémité supérieure du conduit à 20 pi. du plancher ....1.0 pi. carré
Extrémité supérieure du conduit à 25 pi. du plancher ....0.8 pi. carré
Extrémité supérieure du conduit à 30 pi. du plancher ....0.7 pi. carré
Extrémité supérieure du conduit à 40 pi. du plancher ....0.6 pi. carré

Ventilation forcée

La forme la plus simple et la plus efficace s'obtient au moyen du ventilateur électrique. On a vu plus haut que la ventilation par courants d'air naturels dépend presque entièrement des conditions atmosphériques. Si on envisage de donner au ventilateur la dimension voulue et de prendre toutes les autres précautions pour obtenir assez d'aération lorsque le courant d'air naturel est faible,

on trouvera souvent que l'installation d'un ventilateur électrique se révèle moins coûteuse. Un autre avantage de la ventilation électrique ou forcée réside dans le fait qu'elle se prête au réglage automatique.

La ventilation forcée nécessite tout d'abord la présence d'énergie électrique. Il faut ensuite choisir avec soin le ventilateur approprié. Dans plus d'un cas la ventilation est tout à fait inefficace par suite de l'emploi d'un ventilateur électrique mal choisi. Règle générale, le ventilateur soufflant ou ventilateur à hélice se révèle des plus satisfaisants. Ces appareils sont conçus pour fonctionner sous pression statique.

Tout ventilateur à hélice ordinaire (certaines hélices étant conçues pour fonctionner sous pression) peut faire circuler la quantité d'air désirée en fonctionnement libre. Par contre, l'efficacité d'un même ventilateur sera réduite presque à néant si ce ventilateur doit souffler l'air dans un conduit.

La pression se mesure en pouces d'eau à l'aide d'un indicateur de niveau d'eau; la pression statique, dans la plupart des entrepôts, dépasse un pouce d'eau à l'indicateur. Par conséquent, il faut avant tout qu'un ventilateur électrique puisse souffler 100 pieds cubes à la minute pour chaque mille pieds cubes d'espace d'entreposage sous une pression équivalente à un pouce d'eau. Si le fabricant peut garantir que son appareil répond à cette exigence, celui-ci donnera satisfaction.

Le ventilateur doit être placé dans un endroit facilement accessible et le plus près possible du point d'évacuation de l'air. L'orifice d'évacuation de l'air doit présenter les mêmes dimensions que l'hélice du ventilateur, ou être légèrement plus grand. En outre, il faut munir la voie d'évacuation d'air d'un clapet à auvent. Cette sorte de clapet se ferme automatiquement quand le ventilateur cesse de fonctionner, ce qui prévient toute ventilation inopportune. On doit également veiller à ce que le clapet soit placé en un point à l'abri du givre. Si une couche de givre se forme sur l'un des auvents, ceux-ci ne pourront pas s'ouvrir librement.

Dans le cas des petits entrepôts, le côté aspirant du ventilateur peut rester à découvert. Si le ventilateur doit aspirer l'air à plus de 20 pieds de distance, il faut ajouter un conduit; à cette fin, on peut employer un tuyau de chauffage ordinaire. Il est préférable de pratiquer, à tous les six ou dix pieds, dans ce tuyau, des ouvertures réglables grâce auxquelles la même quantité d'air, à peu près, sera aspirée de tous les points de l'entrepôt. Il est bon de placer le conduit au-dessus des compartiments, de manière que l'air chaud soit aspiré à mesure qu'il monte des pommes de terre.

Réglage

Qu'il s'agisse de ventilation naturelle ou forcée, une certaine forme de réglage s'impose. Dans le cas du réglage manuel, le préposé ou le propriétaire n'a qu'à surveiller la température tant interne qu'externe. A cette fin, il importe d'installer au moins un bon thermomètre dans l'entrepôt et un autre à l'extérieur, ce dernier devant être placé à l'ombre et à une certaine distance de l'entrepôt.

Il faut ouvrir les clapets à la main lorsqu'il s'agit de réduire la température. Cette opération oblige le préposé ou le propriétaire à surveiller la température externe. Si cette dernière est plus élevée que celle de l'entrepôt, il est évident qu'ouvrir le ventilateur ne fera pas baisser la température. En fait, on obtiendra dans ce cas un résultat contraire.

La ventilation au moyen de l'air forcé se prête naturellement au réglage automatique. Le mode de réglage le plus simple consiste alors à faire partir le moteur du ventilateur au moyen de thermostats. Cet appareil n'est rien d'autre qu'un interrupteur qui se ferme quand la température atteint un certain

degré. Par exemple, si le thermostat est réglé à 40°F, le ventilateur va fonctionner aussi longtemps que la température interne se maintiendra à 40 degrés ou davantage pour s'arrêter lorsque la température descend au-dessous de 40°F.

Par voie de conséquence, si la température externe atteint 50°F ou plus, le ventilateur va fonctionner si la température de l'entrepôt s'établit à 45 degrés, ce qui aura pour effet de réchauffer l'entrepôt au lieu de le refroidir. On peut parer à cet inconvénient au moyen (a) de thermostats jumelés, et (b) d'un thermostat différentiel.

Thermostats jumelés.—Il s'agit de deux thermostats montés en série, de façon que les deux appareils se ferment (par contact) pour mettre le moteur du ventilateur en marche. L'un des thermostats, placé dans l'entrepôt, est réglé de manière à fonctionner au degré de température d'entreposage voulu. Le second thermostat, doit être placé de façon que l'ampoule subisse l'influence de la température externe. Le vestibule de l'entrepôt est un endroit approprié pour installer le thermostat. La rallonge de l'ampoule doit passer à travers le mur et être placée à l'abri du soleil au dehors. Il est à remarquer que ce dernier thermostat fonctionne à l'inverse du thermostat de l'entrepôt.

Par cette méthode, la température d'entreposage peut être maintenue à un niveau constant si on règle le thermostat extérieur au même degré ou à un degré légèrement inférieur à celui qu'indique le thermomètre de l'entrepôt. A supposer que le thermomètre de l'entrepôt indique 50°F, et que le thermostat extérieur est réglé à 50°F, nulle ventilation ne se produira tant que la température externe ne sera pas descendue à 50°F ou moins. A mesure que la température de l'entrepôt baisse, le thermostat extérieur doit être réglé en conséquence.

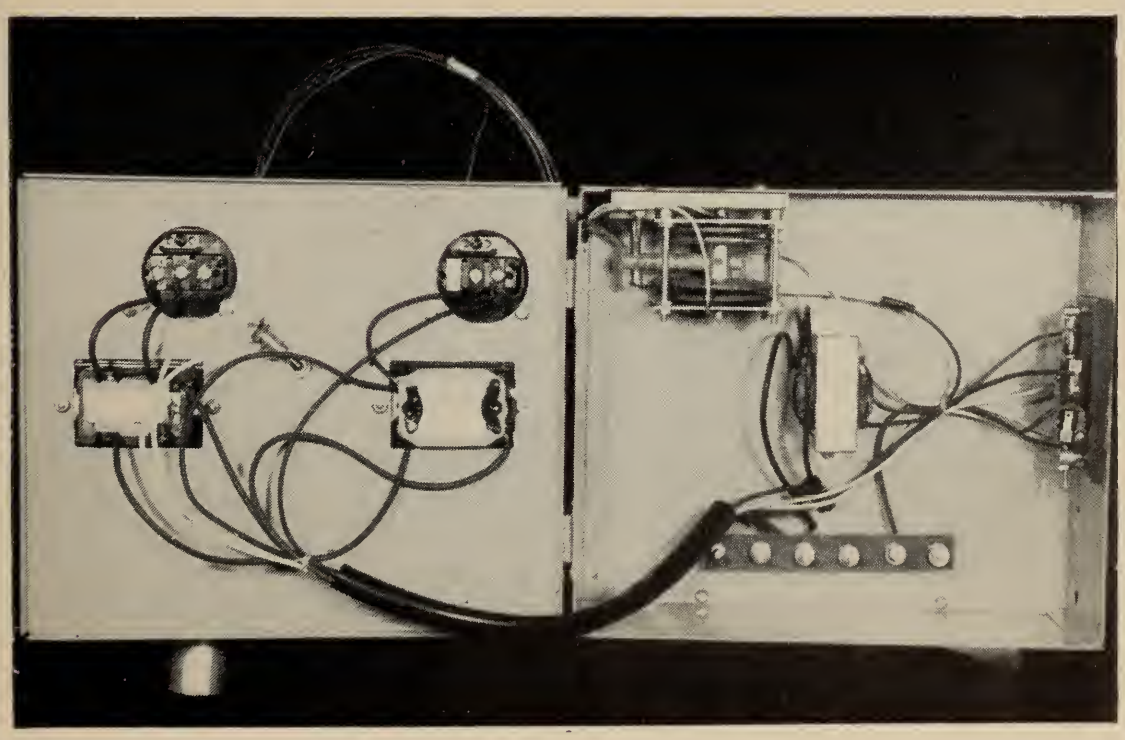

Fig. 6.—Vue intérieure du coffret de réglage de la température. A remarquer dans l'angle supérieur gauche le soufflet de réglage du thermostat différentiel. (Photo fournie par le Département d'horticulture de l'École d'agriculture de l'Ontario, à Guelph.)

Thermostat différentiel.—Aux fins de parer au dernier inconvénient que nous venons de signaler, le Département d'horticulture de l'École d'agriculture de l'Ontario, à Guelph, a mis au point un appareil connu sous le nom de

thermostat différentiel. Il immobilise automatiquement le ventilateur électrique dès que la température du dehors atteint un degré supérieur à celle de l'entrepôt. (Voir fig. 6.)

Circulation de l'air dans l'entrepôt

On confond souvent circulation et aération. La circulation est le mouvement de l'air au sein même de l'entrepôt, tandis que l'aération comporte un échange d'air entre l'intérieur et l'extérieur de l'entrepôt.

Pour activer la circulation, certains ingénieurs proposent de ménager des aspiraux dans les murs de l'entrepôt. A cette fin un espace libre doit être prévu entre le lambris intérieur et la partie externe du mur. Cette sorte de conduit débouche dans l'entrepôt par le haut et le bas. L'air chaud qui s'introduit dans l'ouverture supérieure se refroidit au contact du mur extérieur, créant ainsi un courant d'air continu descendant. L'air frais descend au point le plus bas du mur et rentre dans l'entrepôt par diverses formes de conduits. D'ordinaire on installe une gouttière à un endroit où l'eau de condensation peut être recueillie et rejetée.

Ce mode de circulation d'air présente l'inconvénient de ne pas se prêter au réglage. Les phénomènes de condensation et de refroidissement se continuent inutilement tout au long de l'hiver et même durant les périodes où ils peuvent être nuisibles.

Lorsque les murs intérieurs sont aménagés de façon qu'il y ait une couche d'air entre les pommes de terre et le mur extérieur, c'est assez. Même si le mur extérieur est bien isolé, il y a danger de gel pour les pommes de terre, quand celles-ci touchent ce mur.

L'air circule plus facilement s'il y a un espace vide à la base des compartiments. Un espace de trois ou quatre pouces sous un plancher de lattes assure une meilleure circulation de l'air entre les pommes de terre, de même que l'uniformité de la température et de l'humidité à travers l'amas.

L'emploi de la ventilation forcée au lieu de l'aération naturelle permet d'obtenir plus facilement une circulation d'air régulière. Des graphiques illustrant les deux genres de ventilation figurent dans le Catalogue des plans d'entrepôts et matériel pour fruits et légumes, publié par le service de plans de constructions rurales canadiennes.

Chauffage

Le chauffage est un élément dont on abuse trop volontiers dans les entrepôts. Un poêle peut être installé dans l'entrepôt, à simple titre de précaution, mais dans la pratique il sert soit à assurer le confort des ouvriers, soit à suppléer au manque d'isolation. En définitive, l'emploi d'un poêle engendre une déshydratation lente des pommes de terre et le propriétaire essuie une perte considérable d'argent par suite de la diminution de poids que subissent ses tubercules.

Même par temps exceptionnellement froid, un entrepôt bien isolé n'aura pas besoin de chauffage s'il est rempli à pleine capacité. Les pommes de terre dégagent de la chaleur et si la calorifugation empêche la déperdition trop rapide de cette chaleur, la température de l'entrepôt se maintiendra à un degré convenable. Il peut arriver cependant que l'entrepôt ne soit que partiellement rempli lorsqu'il fait particulièrement froid, de sorte que la température interne peut baisser dangereusement. Dans ce cas, la seule mesure à prendre consiste à donner suffisamment de chaleur pour éviter toute perte.

L'aire de manutention ou chambre de classement doit être séparée de l'entrepôt. Un mur calorifugé empêchera la chaleur de se répandre dans l'entrepôt et procurera aux travailleurs le confort voulu. De plus, l'existence d'une pièce chauffée est souvent nécessaire pour réchauffer les pommes de terre avant

l'expédition. Dans les cas où l'entrepôt requiert de la chaleur, cette chaleur peut être soufflée au moyen d'un ventilateur depuis la chambre de classement.

Il est également possible de chauffer l'entrepôt à l'électricité, en plaçant une plaque chauffante du côté aspirant du ventilateur. Ce dispositif peut même faire l'objet d'un réglage automatique, grâce à un thermostat qui établit le contact lorsque la température de l'entrepôt baisse jusqu'à un degré déterminé d'avance. D'ordinaire ce degré se situe à environ 34°F dans le cas des pommes de terre.

ANOMALIES DANS LES ENTREPÔTS

La plupart des anomalies qui se produisent dans les entrepôts sont la conséquence de conditions défectueuses au cours de la croissance des plantes. La brûlure, la pourriture fusarienne et d'autres désordres organiques sont la continuation de maladies qui existaient déjà chez la pomme de terre en croissance. Les paragraphes qui suivent traitent d'autres anomalies plus directement liées aux conditions d'entreposage.

Moisissures

Une trop grande humidité engendre les moisissures ainsi que la pourriture bactérienne. C'est pourquoi il faut éviter tout excès d'humidité. Ainsi que nous l'avons dit précédemment, l'une des fonctions du calorifuge consiste à garder chauds murs et plafonds qui, autrement, seraient froids et humides.

Les meurtrissures et entailles attribuables à une manipulation trop rude donnent prise aux moisissures et la pourriture. Malheureusement, lorsque la pourriture prend le dessus, elle se communique aux autres pommes de terre, et peut entraîner des pertes considérables. Pour prévenir cet état de choses il importe donc de manutentionner les pommes de terre avec soin et d'éviter l'excès d'humidité.

Désordres attribuables au froid

Au-dessous de 50°F la pomme de terre se comporte de façon anormale. Le goût sucré est le premier et le plus fréquent des indices de cette anomalie qui découle d'une accumulation de saccharose. Jusqu'à 40°F le changement est à peine remarquable, sauf dans le cas des croustilles et des frites. Au-dessous de 40°F la pomme de terre contracte, après un certain temps, une saveur sucrée désagréable qui devient presque immédiatement perceptible à 30° ou 32°F.

La dégénérescence attribuable à une trop basse température est un autre effet nuisible de conditions d'entreposage anormales. A 32°F, elle se manifeste en l'espace de six semaines environ et il faut plus de temps à 36°F. Certaines variétés sont plus sensibles que d'autres, la Katahdin étant probablement celle qui résiste le moins. L'Irish Cobbler est également sensible, cependant que la Montagne Verte offre une grande résistance. Cette lésion se manifeste sous la forme d'une zone de dégénérescence de couleur brun rougeâtre ou acajou dans la fécule de pommes de terre.

Le gel peut aussi se ranger parmi les désordres dus à la basse température. Toutefois le gel ne se produit vraiment pas à moins que la température ne descende au-dessous de 28°F. Lorsque le tissu de la pomme de terre dégèle, il ramollit et devient aquifère. La pomme de terre prend alors une odeur de moisi. Il ne faut pas confondre le dommage causé par le gel avec la dégénérescence due à la basse température ni avec d'autres lésions attribuables à la basse température.

Désordre attribuable à la lumière

Tout comme dans le champ, les pommes de terre exposées à la lumière en entrepôt verdissent et contractent une saveur amère. La consommation de pommes de terre ainsi détériorées engendre des troubles digestifs et parfois même de l'intoxication. Pour empêcher les pommes de terre de verdir, il faut éviter qu'elles ne soient longuement exposées à la lumière solaire, même tamisée.

Germination

La germination est un phénomène naturel plutôt qu'une anomalie en cours d'entreposage. Néanmoins, au point de vue du propriétaire d'un entrepôt, la germination est l'une des formes les plus graves de détérioration. La germination fait diminuer rapidement le poids et la valeur nutritive du tubercule. De plus, en s'allongeant, les germes s'entremêlent et empêchent la circulation de l'air, ce qui engendre chauffage et suffocation.

Pour que les pommes de terre restent inactives, il faut une température de 38°F. A 40°F de petits bourgeons font leur apparition sur le tubercule, ce qui, à l'extrême limite de la période d'entreposage, provoque la germination. Toute température au-dessus de 40°F n'est tolérable que pendant quelques mois.

CONDUITE DE L'ENTREPÔT

Un bon directeur d'entrepôt doit s'assurer, bien avant la récolte des pommes de terre, que l'entrepôt lui-même et sa ventilation sont en bon état. Par les temps chauds d'été, il aérera son entrepôt pour en faire sécher le bois et les substances calorifuges.

Il faut également examiner avec soin la solidité des poutres et autres parties en bois de l'entrepôt. Si l'on découvre quelque faiblesse, il faut réparer ou remplacer les pièces en cause. C'est ainsi que le bâtiment sera protégé contre tout dommage sérieux.

En outre, planchers et murs doivent être parfaitement nettoyés. Les pommes de terre gâtées et autres détritus doivent disparaître, après quoi il est bon de vaporiser une substance fongicide. A cet égard, les composés de chlorate donnent entière satisfaction. Il importe de se servir d'une substance fongicide qui ne laisse pas d'odeur nuisible. La formaldéhyde est dangereuse à ce point de vue, surtout si elle pénètre le plancher en terre de l'entrepôt. On peut également vaporiser toute la surface intérieure avec de la bouillie sulfocalcique (bouillie bordelaise). C'est là un bon moyen de garder au bâtiment sa fraîcheur.

Mise en entrepôt

Les travaux de nettoyage et de réparation doivent être terminés avant le début de la récolte. Une fois l'entreposage commencé, le préposé à l'entrepôt n'a pas le temps de s'occuper d'autre chose. Les points essentiels de la mise en entrepôt sont la rapidité, une manipulation soignée et l'élimination des tubercules avariés ou malades.

D'ordinaire les pommes de terre arrivent en barils. Pour les acheminer au compartiment, on peut les rouler ou les placer sur des convoyeurs. Le transport du rez-de-chaussée au sous-sol se fait habituellement au moyen de monte-charge.

Dans les entrepôts de moindre importance, on se sert de déversoirs pouvant être constitués, ainsi que l'indique la photo 7, de sacs de jute. On peut aussi acheter des déversoirs réguliers faits de grosse toile. Au début du remplissage

d'un compartiment, quelqu'un doit se poster à la sortie du déversoir pour empêcher les pommes de terre d'être endommagées par une chute directe.

Il faut examiner soigneusement les pommes de terre aussi bien dans le champ qu'à leur arrivée à l'entrepôt. Les pommes de terre destinées à un long entreposage doivent être saines et nettes. S'il y a une forte proportion de pommes de terre invendables, il faut les mettre de côté tout de suite. Toutefois, il arrive souvent que le triage retarde la mise en entrepôt et il est habituellement préférable, sous le rapport de la main-d'œuvre, de remettre cette opération à plus tard.

Il faut emplir les compartiments de façon à laisser un espace d'au moins 18 pouces en dessus. Cet espace entre le dessus de l'amas de pommes de terre et le plafond favorise la circulation de l'air, ce qui contribue à garder la température à un degré uniforme.

Traitement préalable

Toutes les pommes de terre doivent être laissées à une température de 60°F pendant une période variant de dix à quinze jours. Ce traitement permet la cicatrisation des meurtrissures et l'affermissement de la pelure.

Entreposage

Une fois le traitement préalable terminé, il faut réduire la température à 38°F. De toute nécessité, ce changement de température doit s'effectuer lentement. Étant donné la présence d'une grande quantité de pommes de terre et le degré assez élevé de la température au début de la période d'entreposage, il faut habituellement prendre plusieurs semaines pour réduire la température de l'entrepôt.

Si l'entreposage doit être de courte durée, une température de 50° à 55°F est suffisante. Comme on l'a vu précédemment, le sucre qui est préjudiciable à la qualité s'accumule à des degrés de température plus bas. Pour empêcher la formation des germes, un moyen pratique consiste à maintenir la température à 38°F. Si la consommation des pommes de terre doit se faire avant le moment de la germination, on peut les garder à une température plus élevée. Il ne faut pas oublier que si on maintient longtemps la température à un degré élevé à l'automne, la germination va se produire plus tôt au printemps, lorsque la température de l'entrepôt s'élève à 40°F ou davantage.

Si les pommes de terre sont destinées à la fabrication de croustilles, il faut prendre plus de précaution. La moindre présence de sucre fera brunir les pommes de terre et en diminuera la qualité. Il est donc important de garder cette sorte de pommes de terre à un degré de température plus élevé que celles qui doivent servir à la consommation générale.

Une fois la température abaissée, il ne s'agit plus que de régler la ventilation de manière à garder la température à 38°F. Si la température varie d'un point à un autre au sein de l'entrepôt, il est bon de faire circuler l'air, afin de faire diminuer la condensation qui peut se produire sur les surfaces refroidies.

S'il fait très froid, il se peut que la température interne soit satisfaisante sans le secours de la ventilation. Cependant, des gaz nuisibles aux pommes de terre peuvent alors s'accumuler. Un bon moyen de vérifier la présence de gaz consiste à frotter une allumette; si cette dernière s'éteint, c'est que l'entrepôt a besoin d'un peu de ventilation. Dans un entrepôt bien calorifugé qui requiert une ventilation fréquente, l'accumulation des gaz n'est pas à redouter.

Il peut aussi arriver que la température s'abaisse au-dessous du degré requis lorsque les ventilateurs sont clos, phénomène qui se produit le plus souvent quand l'entrepôt n'est que partiellement rempli. Si la température

baisse à un degré dangereusement bas, il faut alors recourir au chauffage. A cette fin, on peut se servir d'une plaque chauffante ou d'un poêle, ou souffler de l'air chaud de la salle d'ensachage. On ne doit avoir recours au chauffage qu'en dernier ressort. S'il est nécessaire de chauffer pendant assez longtemps, il faudra prendre les mesures voulues pour améliorer la calorifugation l'année suivante, car la chaleur dessèche les pommes de terre et leur fait perdre énormément de poids.

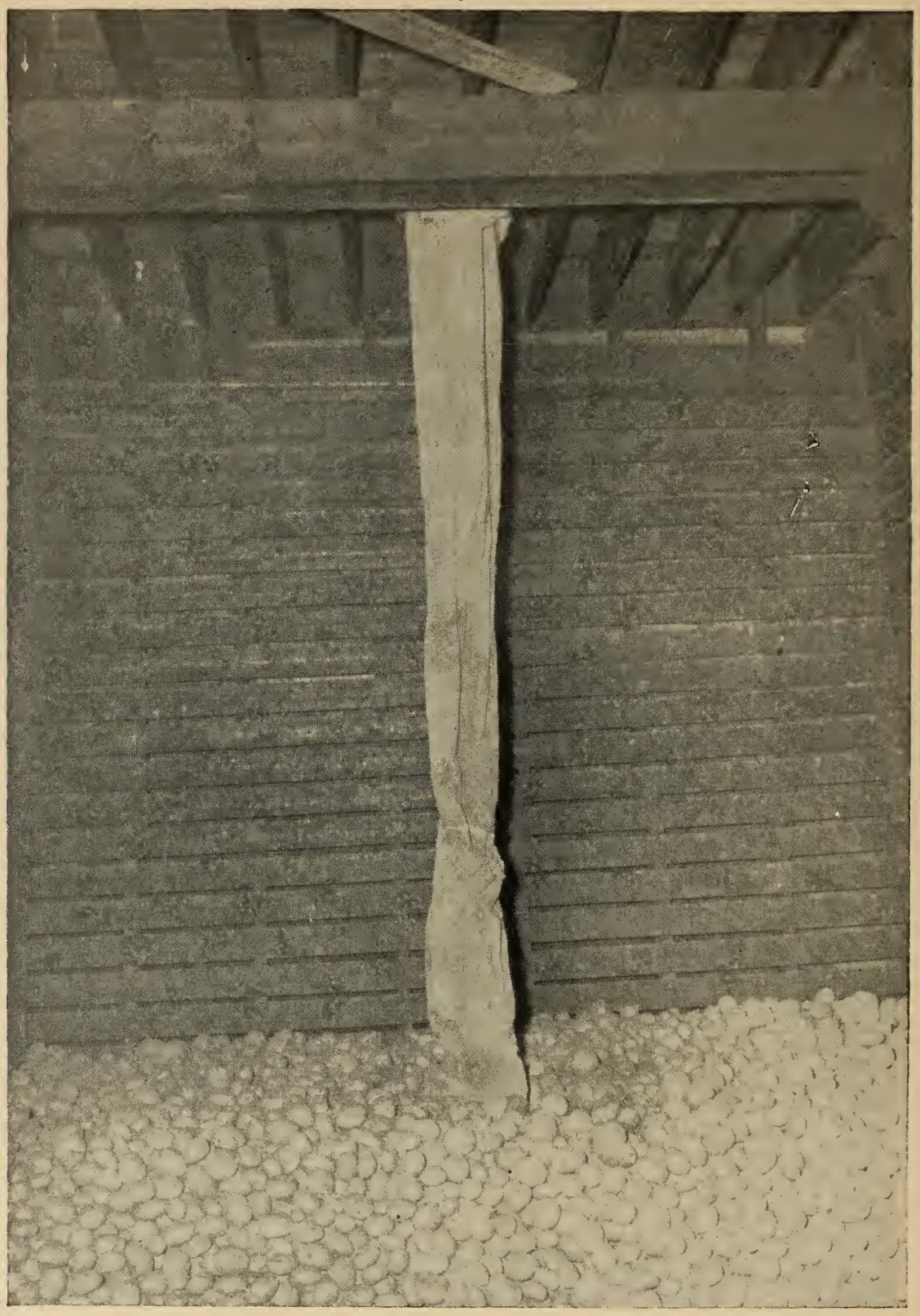

Fig. 7.—Déversoir, fait de sacs de jute, dont l'usage prévient les meurtrissures.

3 9073 00202813 4

Il faut également examiner les pommes de terre, de temps à autre. Il peut arriver que la brunissure ou d'autres anomalies soient cause de pertes financières considérables pendant la période d'entreposage, et ce, en dépit de toutes les précautions. Toutefois, un propriétaire vigilant peut réduire de beaucoup ces pertes financières, même dans les circonstances les plus difficiles.

APPENDICE

par M. N. M. Parks, *Division de l'horticulture*

Agents inhibiteurs de la germination

La germination fait rapetisser les pommes de terre, leur fait perdre du poids et diminue leur qualité, tant au point de vue commercial que culinaire. Ces dernières années, on a découvert des produits chimiques et mis au point des méthodes qui permettent de retarder de plusieurs mois la germination des pommes de terre, si on les garde à une température plus élevée que celle que l'on considère idéale pour l'entreposage approprié de ce légume.

L'hormone antigerminatrice, l'éther méthylique d'acide alpha-naphtalène-acétique a été communément utilisée à cette fin. Des expériences ont démontré que la même concentration de l'hormone en question est plus effective à l'état de poudre qu'à l'état de liquide pour vaporisation. Le composé chimique a eu fort peu d'effet sur la germination des pommes de terre entreposées à 68°F. D'autre part, une température de 39°F a retardé plus efficacement la germination que les nombreuses substances mises à l'épreuve. En outre, seul le fait de passer d'une température de 68° à 55° s'est révélé plus antigerminateur que l'application de l'hormone sur les pommes de terres entreposées à 68°. Si les pommes de terre soumises à l'action de ce produit chimique sont entreposées à une température élevée, elles germent mais plus lentement que les autres pommes de terre.

L'application sur les pommes de terre de substances antigerminatrices a toujours présenté des difficultés sur le plan commercial. L'un des moyens mis en œuvre consistait à imbiber de produit chimique du papier effiloché et de l'éparpiller dans le compartiment au moment de l'entreposage. Une autre méthode consistait en la vaporisation du composé chimique sur les tubercules à mesure qu'ils étaient placés dans l'entrepôt. Une troisième méthode a été de saupoudrer les tubercules avec le composé chimique, au moment de leur entreposage, après la récolte. Pour appliquer la substance antigerminatrice à une grande quantité de pommes de terre sous forme liquide ou poudreuse, il faut les faire passer sur une bande transporteuse, un chargeur ou une table à trier munis d'un vaporisateur à pression ou d'un saupoudroir. S'il s'agit d'une petite quantité de pommes de terre entreposées pour usage domestique, l'application de la substance en poudre est plus commode.

Récemment, on s'est servi avec beaucoup de succès de l'hydrazide maléique à titre d'antigerminateur. L'application de cette substance sur les plants de pommes de terre, à une concentration de 0.25 p. 100 d'ingrédient actif, six semaines avant la récolte, a réussi à retarder la germination des pommes de terre gardées pendant sept mois dans un entrepôt à une température de 55°F.

D'après ces expériences, il semble que le traitement des plantes en croissance par pulvérisation de l'hormone en question deviendra un moyen efficace de supprimer la germination des pommes de terre. L'emploi de l'hydrazide maléique pour empêcher la germination des pommes de terre a récemment obtenu l'approbation de la Direction des aliments et drogues, au ministère de la Santé nationale et du Bien-être social. Un résidu de 20 p.p.m. d'hydrazide maléique est permis pour les pommes de terre. La quantité d'hydrazide maléique recommandée comme antigerminateur dans le cas de pommes de terre est conforme à la tolérance susmentionnée.

N° de catalogue A53-882F

EDMOND CLOUTIER, C.M.G., O.A , D.S.P.
IMPRIMEUR DE LA REINE ET CONTRÔLEUR DE LA PAPETERIE
OTTAWA, 1958